稻水象甲成虫活动行为的日节律

杨茂发，杨大星，徐 进，刘健锋，武承旭
（贵州大学昆虫研究所，贵州山地农业病虫害重点实验室，贵阳 550025）

摘要：为了摸清稻水象甲 *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel 成虫在稻田中的日活动行为节律，采用室外单头隔离饲养的方法，将成虫行为分为移动、取食、离水静息、触水静息和其他 5 个行为类型，每 30 min 观察记录 1 次，从 2012 年 4 月 30 日至 5 月 4 日连续观察 5 d，共获得 7 200 个行为数据。结果显示：稻水象甲越冬成虫行为的日时间分配以离水静息行为最多(47.83%)，移动行为最少(5.64%)，各行为的时间分配存在极显著差异($P<0.001$)。离水静息行为最高峰值在 23:30 (72.67%)，最低值在 7:30 (14.67%)；触水静息行为最大峰值在 7:30 (75.33%)，19:00 还有一个小高峰(37.33%)；取食行为在 15:00 达到最高峰(26.67%)，在 21:00 达到第 2 个高峰值(18.00%)；移动行为在 22:00 –9:00 较少(0 ~4.00%)，从 9:30 开始持续增加，在 17:00 达到最高峰(20.00%)；其他行为在 1.33 ~18.67% 之间波动。离水静息、移动、取食和其他行为白天和黑夜存在极显著差异($P<0.001$)，但触水静息行为白天和黑夜无显著不同($P=0.834$)；上午、中午、下午和晚上 4 个时间段之间各行为也有显著差异($P<0.001$)。在空间上，离水静息行为在叶片上最高，移动行为以水中最高，取食行为仅发生在叶片上，离水静息、移动和取食在水稻不同部位存在极显著差异($P<0.001$)。水中发生触水静息、移动和其他共 3 种行为，以触水静息行为的日波动最大，3 种行为在各时刻之间有极显著差异(触水静息和移动：$P<0.001$；其他：$P=0.002$)；叶片上发生离水静息、移动和取食 3 种行为，以离水静息和取食行为的日波动较大且在各时刻间具有极显著的差异($P<0.001$)；茎秆和瓶壁或封口纱布处主要发生离水静息和移动行为，所占比例均不高，但在瓶壁或封口纱布处的移动行为各时刻之间有极显著差异($P=0.008$)。水中和叶片上是行为发生的主要空间，在水中行为的最高峰值(81.33%)与叶片上的最低值(12.00%)出现时间相同，为 7:30，一天中各时刻水中和叶片上的行为呈交错性变化。结果提示，稻水象甲成虫活动行为受到时空变化的影响，且时间变化对其行为的影响较空间变化更为明显。

关键词：稻水象甲；成虫；行为；日节律；水稻
中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2013)08-0952-08

Diurnal rhythm of adult behavior of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae)

YANG Mao-Fa, YANG Da-Xing, XU Jin, LIU Jian-Feng, WU Cheng-Xu (Institute of Entomology, Guizhou Key Laboratory for Plant Pests Management of Mountainous Region, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Diurnal rhythm of adult behavior of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel, was watched and recorded at 30 min interval by single rearing separately in field from April 30th to May 4th, 2012. All behaviors were divided into five types, *i. e.*, moving (MG), foraging (FG), resting without contacting water (ROCW), resting with contacting water (RWCW) and others (OT), and 7 200 behavioral data were collected and analyzed. The results showed that the major behaviors were ROCW, accounting for 47.83%, while MG was minimum, accounting for 5.64%. Diurnal time among various behaviors were significantly different ($P<0.001$). The peak of ROCW was recorded at 23:30 (72.67%), the lowest was recorded at 7:30 (14.67%). Both RWCW and FG had two peaks, occurring at 7:30 (75.33%) and 19:00 (37.33%), and 15:00 (26.67%) and 21:00 (18.00%), respectively. The peak of MG occurred at 17:00 (20.00%). The proportion of OT fluctuated from 1.33% to 18.67%. The results of the Mann-Whitney *U* test indicated that there were significant differences in ROCW, MG, FG and OT between day and night ($P<0.001$), but RWCW had no difference between day and night ($P=0.834$). The further analysis also showed that five behaviors had

基金项目：贵州省农业攻关重点项目(黔科合 NY 字[2010]3079 号)
作者简介：杨茂发，男，1968 年生，土家族，贵州石阡人，博士，教授，从事昆虫和螨类系统学及农林害虫综合治理研究，E-mail：yangmaofa@sohu.com
收稿日期 Received：2013-02-26；接受日期 Accepted：2013-06-17

significant differences in forenoon, noon, afternoon and night during a day ($P<0.001$). ROCW and FG mainly occurred on the rice leaf, while MG mainly occurred in the water. However, the results of the Kruskal-Wallis H test confirmed that ROCW, MG and FG had marked spatial variation in different parts ($P<0.001$). RWCW, MG and OT were found in the water, but the fluctuation of RWCW was the biggest. The three behaviors had significant differences among different time periods within a day (RWCW and MG: $P<0.001$; OT: $P=0.002$). ROCW, MG and FG were found on the leaf, ROCW and FG were strongly regulated by time and their frequencies had significant differences among different time periods within a day ($P<0.001$). ROCW and MG were found in the stem and bottle wall or sealing gauze, however, the proportions of behaviors kept at a lower level. The behaviors of the rice water weevil were mainly found in the water and on rice leaf, the peak of behaviors in the water (81.33%) and the lowest frequency of behaviors on the leaf (12.00%) occurred at the same time (7:30), both showing rotation variation. These results suggest that both temporal and spatial variation could significantly influence the behaviors of the rice water weevil, and the effect of temporal variation is more significant than spatial variation.

Key words: *Lissorhoptrus oryzophilus*; adult; behavior; diurnal rhythm; rice

稻水象甲 *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel 属鞘翅目象甲科，是我国重要的农业检疫性害虫(孙汝川和毛志农，1996)。自 1988 年在我国河北省唐海县首次发现以来(孙汝川和毛志农，1996)，该虫在我国水稻生产区逐步扩散蔓延，发生区域及为害面积逐年扩大，目前已有 23 个省(直辖市、自治区)发生稻水象甲，发生面积超过 40 万 hm^2(郭文超等，2011)，对我国水稻生产构成了极大的威胁。2010 年贵州省首次发现稻水象甲入侵为害(岣薇等，2011)，至 2012 年底，全省共有 7 个市(州)、26 个县(区、市)约 2.177 万 hm^2 稻田发生稻水象甲疫情。

昆虫行为是昆虫为更好地适应环境而调整自己生活方式的活动，其与昆虫饲养、生物防治、生理生态研究、分类等关系密切(秦玉川，2009)。目前，有关稻水象甲成虫行为的专门研究主要有飞行行为(Muegge *et al.*, 1996；翟保平等，1999)和游泳行为(Hix *et al.*, 2000)，而未见有对该虫日活动行为节律的专门报道，仅在其生物学特性研究时有部分活动规律的零星描述(Bowling, 1972；Isogawa, 1977；田春晖等，1997；林云彪等，1997；肖铁光等，2007)。研究稻水象甲成虫日活动行为节律，对于了解该虫的环境适应性、开展田间抽样调查、预测预报及综合治理等均有重要的意义。鉴于此，我们在贵州省稻水象甲越冬成虫大量转移到秧苗上危害的时期，也即是在防治越冬代成虫的关键时期，对其日活动行为节律进行了系统的观察研究。

1 材料与方法

1.1 供试虫源和饲养条件

稻水象甲成虫为越冬代成虫，于 2012 年 4 月 28 日采自贵州省平坝县高峰镇青鱼塘组的秧田中的小秧上，小秧假植 3 d。用玻璃瓶(直径 90 mm × 高 300 mm)进行饲养观察，瓶底放入稻田泥土厚约 80 mm，加水保持水面高出泥土 20 mm，中央栽插 2 株小秧(2 叶 1 心)，用纱布封口。在室外自然条件下饲养。

1.2 行为观察

随机选择健康成虫接入玻璃瓶中，每瓶接入 1 头，共 30 个重复。为使饲养环境接近于田间环境及保证试验光照和强度的一致性，将玻璃瓶置于室外无遮蔽的平台上，排为 10 列，每列 3 行。从 4 月 30 日 6:30 开始至 5 月 5 日 6:00 结束，每隔 30 min 观察一次，连续 5 d 对稻水象甲成虫各种活动行为进行观察和记录。观察过程中，若发现有稻水象甲成虫死亡，则补接 1 头成虫。共观察了 240 次，获得 7 200 个行为数据。

1.3 行为特征的划分

所有行为被划分为 5 类：(1)移动(moving, MG)：观察时成虫正在固体物上爬行或在水中游泳；(2)取食(foraging, FG)：观察时成虫头部口器接触水稻且在接触处有新鲜取食斑；(3)离水静息(resting without contacting water, ROCW)：观察时成虫在水稻上或饲养瓶内壁或封口纱布里面静止不动，且不接触水；(4)触水静息(resting with

contacting water, RWCW)：观察时成虫位于稻苗茎基部接触水面或全部处于水中且静止不动；(5)其他(others, OT)：观察时未看见成虫，可能潜入泥土中或钻入水稻基部叶鞘内(在分析时，该行为所处空间位置划为水中)。

1.4　行为时间和空间的划分

日时间段划分：白天 6:00－20:00；黑夜(或称晚上)20:00－6:00。白天又进一步划分为：上午 6:00－13:30，中午 13:30－15:30，下午 15:30－20:00。

行为空间划分为 4 部分：(1)水稻叶片；(2)水稻茎秆；(3)水中；(4)瓶壁或封口纱布处。

1.5　数据统计与分析

采用 Kruskal-Wallis *H* 检验分析稻水象甲成虫活动行为日节律时空差异，采用 Mann-Whitney *U* 检验各行为在白天和黑夜的差异。数据分析处理在 SPSS 16.0 和 EXCEL 2003 上进行，作图在 Origin 8.5上完成。

2　结果与分析

2.1　日活动行为的时间节律

2.1.1　日时间分配：稻水象甲成虫的行为日时间分配大小顺序为离水静息(47.83%)、触水静息(29.19%)、其他(9.29%)、取食(8.04%)和移动(5.64%)(图 1)，5 种行为的时间分配差异极显著($\chi^2_4=624.36$, $P<0.001$)。

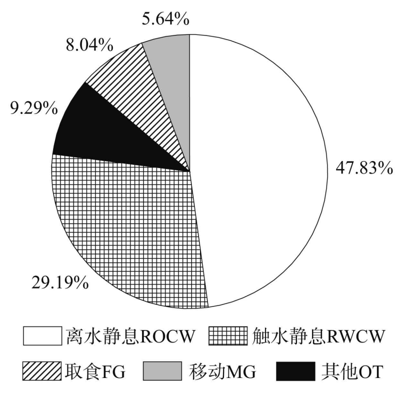


图 1　稻水象甲成虫行为日时间分配

Fig. 1　Diurnal time budget of various behaviors of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*

ROCW：离水静息 Resting without contacting water；RWCW：触水静息 Resting with contacting water；FG：取食 Foraging；MG：移动 Moving；OT：其他 Others. 下同 The same for the following figures.

2.1.2　日节律：稻水象甲成虫活动行为日节律如图 2 所示。离水静息行为的最高峰值出现在 23:30 (72.67%)，最低值出现在 7:30 (14.67%)；触水静息行为最大峰值出现在 7:30 (75.33%)，在 19:00还有一个小的高峰(37.33%)；在 23:30－2:30几乎无取食行为，从 3:00 开始，取食行为波动性增加，在 15:00 达到最高峰(26.67%)，此后开始下降再回升，在 21:00 达到第 2 个高峰值(18.00%)；移动行为在 22:00－9:00 较少(0～4.00%)，从 9:30 开始持续增加，在 17:00 达到最高峰(20.00%)；其他行为在 1.33～18.67% 之间波动。在一天各时刻之间，移动行为($\chi^2_{47}=98.35$, $P<0.001$)、取食行为($\chi^2_{47}=115.75$, $P<0.001$)、触水静息行为($\chi^2_{47}=158.07$, $P<0.001$)、离水静息行为($\chi^2_{47}=143.74$, $P<0.001$)和其他行为($\chi^2_{47}=80.37$, $P<0.001$)均存在极显著差异。

2.1.3　白天和黑夜活动行为比较：稻水象甲成虫活动行为在白天和黑夜存在差异(图 3)。离水静息行为主要发生在黑夜，触水静息、取食、移动和其他行为均表现为白天高于黑夜。白天和黑夜两个时段之间，离水静息行为($U=2\ 360.00$, $P<0.001$)、移动行为($U=4\ 563.00$, $P<0.001$)、取食行为($U=4\ 068.00$, $P<0.001$)和其他行为($U=3\ 202.00$, $P<0.001$)存在极显著差异，而触水静息行为($U=6\ 778.00$, $P=0.834$)无显著差异。

2.1.4　不同时间段活动行为比较：稻水象甲成虫活动行为在上午、中午、下午和晚上 4 个时间段波动较大(图 4)。从上午到晚上，离水静息行为呈升高变化；取食行为和移动行为有较为接近的变化趋势，峰值均出现在中午，此后逐渐下降；触水静息行为上午至中午骤然下降到最低峰，然后逐渐升高；其他行为上午、中午和下午变化不大，晚上稍有下降。离水静息行为($\chi^2_3=87.495$, $P<0.001$)、触水静息行为($\chi^2_3=50.335$, $P<0.001$)、移动行为($\chi^2_3=35.130$, $P<0.001$)、取食行为($\chi^2_3=47.953$, $P<0.001$)和其他行为($\chi^2_3=51.700$, $P<0.001$)在上午、中午、下午和晚上这 4 个时段均存在极显著差异。

2.2　日活动行为的空间节律

2.2.1　日活动行为的空间变化：静息行为(离水静息＋触水静息)在叶片部位最高，水中(其他行为放入水中进行统计)次之，瓶壁或封口纱布处最低；移动行为和静息行为稍有不同，以水中最高，叶片部位次之，茎秆部位最低；取食行为仅发生在叶片

$=129.513$，$P<0.001$）和叶片 + 茎秆（$\chi^2_{47}=148.718$，$P<0.001$）的行为有极显著差异，在茎秆（$\chi^2_{47}=56.026$，$P=0.172$）和在瓶壁或封口纱布处（$\chi^2_{47}=24.314$，$P=0.998$）的行为则差异不显著。

2.3　活动行为的时空变化

水稻不同部位上的移动行为有较强的一致性，从下午开始表现为下降的趋势；离水静息行为变化趋势与移动行为相反，瓶壁或封口纱布处的离水静息行为与水稻各部位差别较大；触水静息行为自然仅在水中，上午最高，中午最低，然后逐渐上升；取食行为仅发生在叶片部位，从上午到晚上呈现升高后降低的变化（图 8）。

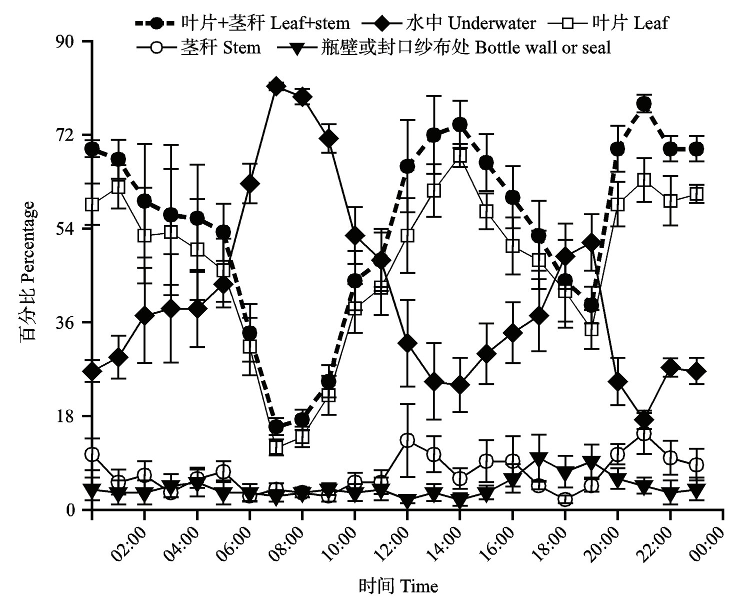


图 7　水稻不同部位稻水象甲成虫行为活动比例的日节律

Fig. 7　Diurnal rhythm of adult behavior proportion of *Lissorhoptrus oryzophilus* at different parts of the rice plant

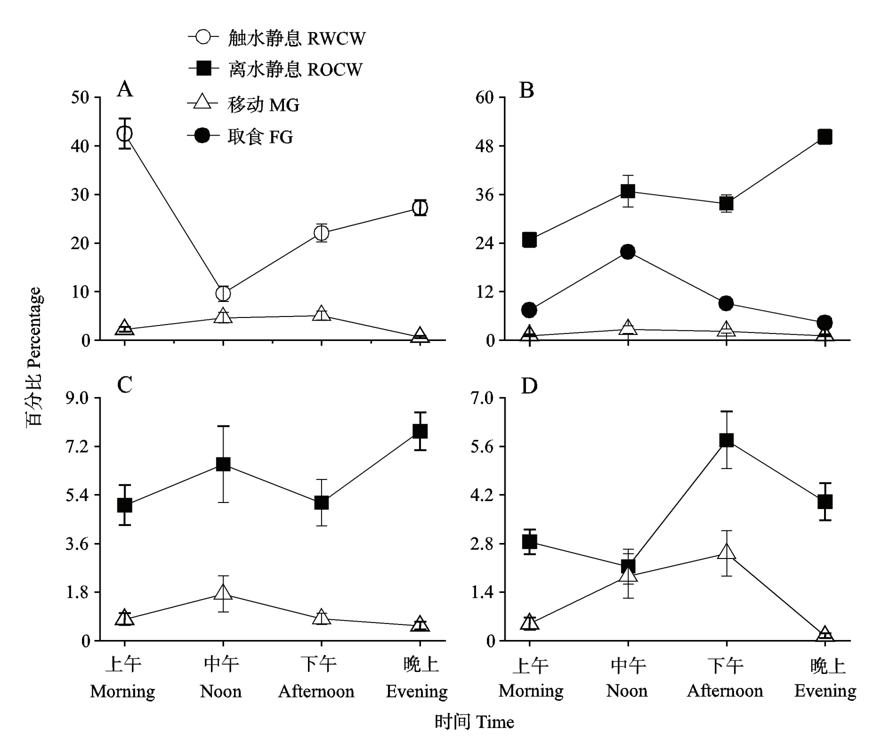


图 8　稻水象甲成虫行为的时空变化

Fig. 8　Temporal and spatial variation of adult behavior of *Lissorhoptrus oryzophilus*

A：水中 Underwater；B：叶片 Leaf；C：茎秆 Stem；D：瓶壁或封口纱布处 Bottle wall or seal.

在空间上，触水静息行为($\chi_3^2=50.335$，$P<0.001$)和移动行为($\chi_3^2=39.972$，$P<0.001$)，叶片上的离水静息行为($\chi_3^2=73.589$，$P<0.001$)、移动行为($\chi_3^2=9.506$，$P=0.023$)和取食行为($\chi_3^2=47.953$，$P<0.001$)，茎秆上的离水静息行为($\chi_3^2=9.379$，$P=0.025$)，瓶壁或封口纱布处的离水静息行为($\chi_3^2=10.456$，$P<0.001$)和移动行为($\chi_3^2=31.14$，$P<0.001$)在上午、中午、下午和晚上 4 个时间段差异显著；茎秆上的移动行为($\chi_3^2=4.675$，$P=0.197$)无显著差异。从时间段上来看，上午离水静息行为($\chi_3^2=176.274$，$P<0.001$)、移动行为($\chi_3^2=13.016$，$P=0.005$)和取食行为($\chi_3^2=169.255$，$P<0.001$)，中午离水静息行为($\chi_3^2=58.444$，$P<0.001$)、移动行为($\chi_3^2=8.107$，$P=0.044$)和取食行为($\chi_3^2=82.100$，$P<0.001$)，下午离水静息行为($\chi_3^2=112.469$，$P<0.001$)、移动行为($\chi_3^2=16.019$，$P=0.001$)和取食行为($\chi_3^2=127.677$，$P<0.001$)，晚上离水静息行为($\chi_3^2=268.287$，$P<0.001$)、移动行为($\chi_3^2=15.916$，$P=0.001$)和取食行为($\chi_3^2=100.757$，$P<0.001$)在水稻不同部位均存在显著差异。

以上结果表明，稻水象甲成虫活动行为存在时空上的差异，而时间对稻水象甲行为的影响较空间更为明显。

3 讨论

活动节律和活动时间分配是动物行为学研究的两个重要方面，它们直接与动物的代谢和能量有关，而且会随着环境的变化而改变(Halle and Stenseth，2000)。本研究结果表明，稻水象甲越冬成虫活动日时间分配最多是静息(包括离水静息和触水静息)，占了77.02%，而取食和移动最少，仅各占8.04%和5.64%，说明在越冬成虫迁入秧田后，秧苗作为其寄主是极为适合并易于获得的，不需花费多少时间寻找食物和取食便可以满足其代谢和能量需求；同时也暗示，越冬成虫一旦迁入秧田，其自然扩散是不积极的。

稻水象甲是半水生昆虫，对水的趋性表现为“背水-喜水-背水”的习性，即春天越冬代成虫开始表现为背水性，随着温度的升高，又表现出喜水性，在越冬前即将越冬的成虫又表现为背水性(孙汝川和毛志农，1996)。在实验期间(4 月下旬至 5 月上旬)，越冬成虫在水中的行为时间分配超过40%，表明了其对水的依赖性是较高的，但在一天中温度最高的中午时间段，触水静息行为反而比例最低，似乎说明了高温并非是导致其喜水的主要因素，而更有可能是成虫自身的其他本能特性，如产卵、取食等导致其喜水习性。

田春晖等(1997)于 6 月中旬和 8 月中旬采集稻水象甲成虫在室内封闭饲养，对其活动规律进行过初步观察，每隔 1 小时观察一次活动状况，连续观察 48 h。结果为，稻水象甲成虫几乎昼夜都在进行活动，但以上午 6:00 – 11:00 和下午 16:00 – 19:00最为活跃；晴天的早晨和黄昏，成虫多在叶尖和植株顶部向阳一侧聚集，阴雨天活动性较差。本研究表明，稻水象甲成虫虽然昼夜均可见其活动，但在22:00 – 9:00 活动性较弱，从 9:30 开始持续增加，在 17:00 达到最高峰值。由此可见，稻水象甲成虫上午并不活跃，主要在稻秧茎基部触水静息；下午的情况与田春晖等(1997)观察结果一致，最为活跃，且多在叶片上。

稻水象甲成虫产卵的位置多在水稻植株水下叶鞘内(Grigarick and Beards，1965；Raksarart and Tugwell，1975；田春晖等，1997)，产卵时间多为白天中午(田春晖等，1997)。根据本研究的行为划分，“触水静息”行为应是产卵发生的最有可能行为，另有少数“其他”行为也可能在进行产卵。本研究结果表明，触水静息行为在白天高于黑夜，最大峰值出现在 7:30 (75.33%)，此后开始持续下降，至 14:30 开始回升，在 19:00 到达第 2 个高峰值(37.33%)。由此可以推测，稻水象甲成虫产卵时间应该多在白天，日高峰在清晨和傍晚。该推测与田春晖等(1997)对产卵时间的描述有一定差异。

田间取样调查是估计田间稻水象甲成虫种群数量及虫口密度的常用方法，获得的数据是对该虫进行预测预报和防治的科学依据。由于稻水象甲成虫在稻田中既可以在水稻植株上活动，又能在水中游动或停息，在田间调查时，我们只能有效地观察到植株上(叶片 + 茎秆)活动的成虫个体。本研究结果表明，在白天不同时间稻水象甲成虫在秧苗上(叶片 + 茎秆)的行为活动占所有行为活动的比例(图 7)有较大的差异，最高达 74% (14:00)，最低仅为 16% (7:00)，这样对于同样虫口密度的田块，在白天不同时间调查的数据会存在较大的差异。因此，我们建议在水稻秧苗期进行稻水象甲成虫调查时，以其在水稻植株上活动的高峰期即中午进行为

宜，另一方面，在作不同类型田块的比较调查时，应尽量在相同时间段同时进行，以减少因成虫活动行为日节律变化导致的误差。

本文只对越冬代成虫在贵州大量迁移到秧田期间(4 月下旬至 5 月上旬)的行为日节律进行了研究，未涉及到不同季节、不同代别、不同发育期和生理状态等情况下的行为日节律。另外，为了便于观察，本研究设计为在室外限定条件下(玻璃瓶内)进行，可能会对稻水象甲成虫行为会产生一定的影响。这些均是进一步研究需要注意的问题。

致谢　贵州大学昆虫研究所焦猛、师沛琼、岫薇、尚小丽、梁文琴、于晓飞、黄荣、唐秋筱等研究生帮助准备实验和采集部分实验数据，郅军锐教授帮助修改英文摘要，在此一并表示衷心的感谢。

参考文献(References)

Bowling CC, 1972. Notes on the biology of rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 65: 990 – 991.

Grigarick AA, Beards GW, 1965. Ovipositional habits of rice water weevil in California as related to a greenhouse evaluation of seed treatments. *J. Econ. Entomol.*, 58: 1053 – 1056.

Guo WC, Li J, Wei ZX, Tuerxun, Wu J, Aliya, Wang J, 2011. The first discovery of significant invasive pest of paddy *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel in Xinjiang. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 48(1): 70 – 74. [郭文超，李晶，魏振兴，吐尔逊，吴静，阿利亚，王俊，2011. 新疆首次发现水稻重大外来有害生物稻水象甲. 新疆农业科学，48(1): 70 – 74]

Halle S, Stenseth NC, 2000. Activity Patterns in Small Mammals: an Ecological Approach. Springer-Verlag Berlin Heidelberge, New York.

Hix RL, Johnson DT, Bernhardt JL, 2000. Swimming behavior of an aquatic weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomol.*, 83(3): 316 – 324.

Isogawa Y, 1977. Biology of rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*. *Noyaku Kenkyu*, 24: 7 – 13.

Lin YB, Shang HW, Lv LF, Li XN, Gu YQ, Huang XH, Dong XY, 1997. Biological characteristics of *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel in the double cropping paddy rice area. *Plant Protection*, 23(6): 8 – 11. [林云彪，商晗武，吕劳富，李先南，顾云琴，黄贤华，董向阳，1997. 双季稻区稻水象甲的生物学特性研究. 植物保护，23(6): 8 – 11]

Muegge MA, Rice WC, Bollich PA, Papenburg TM, 1996. Preliminary analysis of adult rice water weevil flight behavior for southwest Louisiana. In: Annual Research Report. Louisiana State University (Baton Rouge, La.) Rice Research Station, Louisiana Agricultural Experiment Station, United States. *Agricultural Research Service*, 88: 578 – 587.

Qin YC, 2009. Introduction to Insect Behavior. Science Press, Beijing. 404 pp. [秦玉川，2009. 昆虫行为学导论. 北京：科学出版社. 404 页]

Raksarart P, Tugwell P, 1975. Effect of temperature on development of rice water weevil eggs. *Environ. Entomol.*, 4(4): 543 – 544.

Sun RC, Mao ZN, 1996. Rice Water Weevil. China Agriculture Press, Beijing. 159 pp. [孙汝川，毛志农，1996. 稻水象. 北京：农业出版社. 159 页]

Tian CH, Zhao WS, Sun FY, Zhao CD, Liu XY, Tong SJ, Li YG, Huang M, Li J, Sun FP, Wei FG, 1997. Occurrence and control of the rice water weevil: Ⅴ. Biological properties of rice water weevil. *Liaoning Agricultural Sciences*, (3): 3 – 10. [田春晖，赵文生，孙富余，赵成德，刘兴远，佟淑杰，李玉国，黄萌，李冀，孙福平，魏福刚，1997. 稻水象甲的发生规律与防治研究：Ⅴ. 稻水象甲的生物学特性研究. 辽宁农业科学，(3): 3 – 10]

Wei W, Yang DX, Peng BF, Yang MF, Liao QR, Yang H, Chen WL, 2011. Preliminary investigation and analysis on hibernant habitat of *Lissorhoptrus oryzophilus* in Guizhou. *Guizhou Agricultural Sciences*, 39(6): 90 – 93. [岫薇，杨大星，彭炳富，杨茂发，廖启荣，杨洪，陈文龙，2011. 贵州稻水象甲越冬场所的初步调查与分析. 贵州农业科学，39(6): 90 – 93]

Xiao TG, Zhou SW, Li J, Meng XJ, Li JH, He JY, 2007. Studies on biological characters of rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel. *Crop Research*, (1): 41 – 43. [肖铁光，周社文，李姣，孟祥建，李建和，何建云，2007. 稻水象甲的生物学特性. 作物研究，21(1): 41 – 43]

Zhai BP, Zheng XH, Shang HW, Cheng JA, Wang P, 1999. Flight behavior in the diapause syndrome of the rice water weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel. *Acta Ecologica Sinica*, 19(4): 453 – 457. [翟保平，郑雪浩，商晗武，程家安，汪鹏，1999. 稻水象甲(*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel)滞育征候群中的飞行行为. 生态学报，19(4): 453 – 457]

(责任编辑：袁德成)